

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-236885  
(43)Date of publication of application : 10.09.1993

(51)Int.Cl.

H02K 1/27  
H02K 29/00

(21)Application number : 04-033247  
(22)Date of filing : 20.02.1992

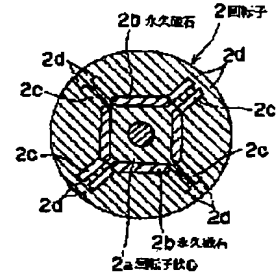
(71)Applicant : DAIKIN IND LTD  
(72)Inventor : YAMAGIWA AKIO  
OYAMA KAZUNOBU

## (54) BRUSHLESS DC MOTOR

### (57)Abstract:

PURPOSE: To improve the mechanical strength of a rotor by forming the end of the permanent magnet buried in the rotor of a brushless DC motor into convex shape.

CONSTITUTION: For a brushless DC motor, a permanent magnet 2b is buried to turn the direction perpendicular to the radial direction of a rotor core 2a, and also the end in the direction perpendicular to the radial direction of the rotor core 2a of the permanent magnet 2b is made in convex shape. Therefore, the stress concentration at the end of the permanent magnet 2b can be dispersed in nearly all range of the convex face. Hereby, the stress concentration in the place, where great stress concentration was occurring in a conventional rotor, can be reduced, and the mechanical strength of the rotor 2 can be improved.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]	28.12.1998
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	13.06.2000
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]	
[Date of final disposal for application]	
[Patent number]	
[Date of registration]	
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	2000-10641
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	13.07.2000
[Date of extinction of right]	

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-236685

(43)公開日 平成5年(1993)9月10日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	FI	技術表示箇所
H 0 2 K 1/27	5 0 1 A	7429-5H		
	K	7429-5H		
29/00	Z	9180-5H		

審査請求 未請求 請求項の数 2(全 4 頁)

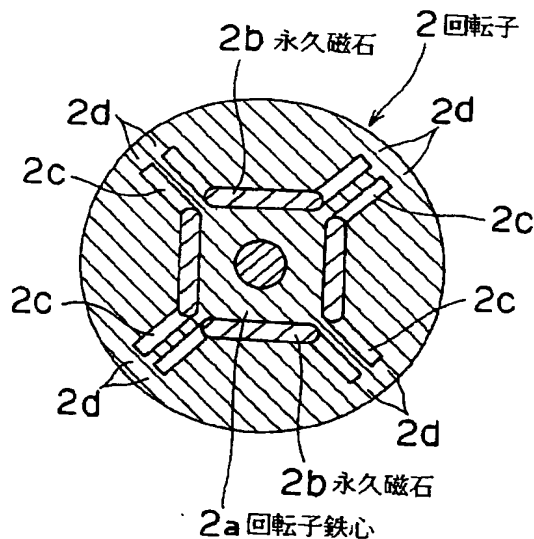
(21)出願番号	特願平4-33247	(71)出願人	000002853 ダイキン工業株式会社 大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号 梅田センタービル
(22)出願日	平成4年(1992)2月20日	(72)発明者	山際 昭雄 滋賀県草津市岡本町字大谷1000番地の2 ダイキン工業株式会社滋賀製作所内
		(72)発明者	大山 和伸 滋賀県草津市岡本町字大谷1000番地の2 ダイキン工業株式会社滋賀製作所内
		(74)代理人	弁理士 津川 友士

(54)【発明の名称】 ブラシレスDCモータ

(57)【要約】

【目的】 ブラシレスDCモータの回転子の製造作業を簡素化し、しかも機械的強度を高めて高速回転を可能にする。

【構成】 ブラシレスDCモータの回転子2に埋込まれる永久磁石2bの端部を凸曲面に形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 電機子鉄心に電機子巻線を巻回してなる電機子(1)と回転子鉄心(2a)に永久磁石(2b)を埋込んでなる回転子(2)とを含むブラシレスDCモータであって、永久磁石(2b)が回転子鉄心(2a)の半径方向と直角な方向に向くように埋込まれてあるとともに、永久磁石(2b)の、回転子鉄心(2a)の半径方向と直角な方向の端部が凸曲面に形成されてあることを特徴とするブラシレスDCモータ。

【請求項2】 永久磁石(2b)の全範囲が、回転子の軸と平行な中央部が凹入されるように湾曲形成されてある請求項1に記載のブラシレスDCモータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は電機子鉄心に電機子巻線を巻回してなる電機子と回転子鉄心に永久磁石を埋込んでなる回転子とを含むブラシレスDCモータに関する。

【0002】

【従来の技術】従来から圧縮機等の駆動源として、電気的制御が容易であること等の利点に着目してモータが採用されている。また、モータには種々の種類のものがあるが、現状では、三相交流電源を用いて回転磁界を簡単に得ることができ、整流子を不要にできること、および堅牢、低価格、取扱いの簡便さ等の利点に着目して三相誘導電動機が最も一般的に用いられている。しかし、誘導電動機は、電機子鉄心に電機子巻線を巻回しているだけでなく、回転子鉄心にも回転子巻線を巻回しており、運転時には回転子巻線にも電流が流れるので、機械損が存在しないと仮定した場合であっても、回転子巻線に電流が流れることに起因する二次銅損分だけ出力が入力よりも減少し、余効率を高めることができない。

【0003】この点に着目して、回転子鉄心に回転子巻線を巻回する代わりに、回転子鉄心に永久磁石を装着して二次銅損を0にし、高い運転効率を達成できる永久磁石モータが提案されている。この永久磁石モータは、回転子鉄心の外周に少なくとも1対の永久磁石を設けた構成のもの(以下、表面磁石構造と称する)、および回転子鉄心の内部に少なくとも1対の永久磁石を埋込んだ構成のもの(以下、埋込磁石構造と称する)に大別される。

【0004】そして、表面磁石構造のものは回転子鉄心の表面に単に永久磁石を装着しているだけであるから、回転子を高速回転させると永久磁石が剥離する可能性が高く、余効高速回転させることができない。したがって、メタルフィッティングおよびボルト、非磁性体からなるバンドワイヤー、非磁性体からなる金属管等を用いて永久磁石と回転子鉄心とを強固に一体化する補強方法が施されることになる。

【0005】これに対して埋込磁石構造のものは回転子

鉄心の内部に永久磁石を埋込んでいるので永久磁石の剥離を阻止でき、表面磁石構造のものよりも高速回転に対処できる。したがって、高速回転を行なわせる必要がある用途には埋込磁石構造の永久磁石モータを採用することになる。上記埋込磁石構造のものの具体的構成としては、図8に示すように回転子鉄心91の内部に、半径方向と直角な方向に向く状態で比較的薄肉の直方体状の永久磁石92を埋込むとともに、回転子鉄心内部における磁束の短絡を防止するために永久磁石92の、半径方向と直角な方向の端面に連続して、回転子鉄心91の外周に近接する位置まで半径方向に延びる磁束短絡防止用の空隙93を形成し、空隙93の外端部に連続する箇所を磁束短絡部94とした構成が提案されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】図8に示す埋込磁石構造のものをを用いて高速回転を行なわせると、回転子鉄心91に埋込まれた永久磁石92の端部における遠心力に起因する応力集中が他の部分と比較して著しく大きくなり、破損が発生しやすいので、埋込磁石構造を採用しても余効高速回転には対処できないという不都合がある。

【0007】

【発明の目的】この発明は上記の問題点を鑑みてなされたものであり、局所的な応力集中を大幅に低減でき、回転子の製造作業を簡素化できる埋込磁石構造のブラシレスDCモータを提供することを目的としている。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するための、請求項1のブラシレスDCモータは、永久磁石が回転子鉄心の半径方向と直角な方向に向くように埋込まれてあるとともに、永久磁石の、回転子鉄心の半径方向と直角な方向の端部が凸曲面に形成されてあるものである。

【0009】請求項2のブラシレスDCモータは、永久磁石の全範囲が、回転子の軸と平行な中央部が凹入されるように湾曲形成されてあるものである。

【0010】

【作用】請求項1のブラシレスDCモータであれば、回転子鉄心の所定位置に半径方向と直角な方向に埋込まれた永久磁石の、半径方向と直角な方向の端部が凸曲面に形成されているのであるから、比較的薄肉の直方体状の永久磁石を用いた場合に端縁部に著しい応力集中が発生していたのを、凸曲面のはば全範囲に分散させることができ、回転子全体としての機械的強度を大幅に向上できる。また、製造作業についても、永久磁石を製造する場合に予め端部を凸曲面にしておくだけでよく、余分な作業が不要であるから、作業の繁雑化を大幅に抑制できる。

【0011】請求項2のブラシレスDCモータであれば、永久磁石が、中央部が凹入するように、全範囲にわたって湾曲されているのであるから、比較的薄肉の直方

体状の永久磁石を用いた場合に端角部に著しい応力集中が発生していたのを、端部の凸曲面のほぼ全範囲のみならず端部以外の湾曲部にも分散させることができ、回転子全体としての機械的強度を大幅に向上できる。また、製造作業についても、永久磁石を製造する場合に予め端部を凸曲面にしておくとともに全範囲を湾曲させ、しかも回転子鉄心に形成する永久磁石挿通用の穴の形状を永久磁石の断面形状に適合させるだけでよく、余分な作業が不要であるから、作業の複雑化を大幅に抑制できる。

【0012】

【実施例】以下、実施例を示す添付図面によって詳細に説明する。図4はこの発明のブラシレスDCモータの一実施例を示す縦断面図、図3は回転子の構成を示す斜視図、図2は永久磁石の形状を示す斜視図、図1は回転子の構成を示す縦断面図である。

【0013】ブラシレスDCモータは図4に示すように、ほぼ円筒状の電機子鉄心の内面に形成した複数のスリットに電機子巻線を巻回してなる電機子1と、電機子1の内径よりもやや小さい外径の回転子鉄心2aの内部に少なくとも1対（図示した実施例においては2対）の永久磁石2bを埋設してなる回転子2とを有している。図1、図3に示す回転子2は、回転子2の半径方向と直角な方向に永久磁石2bを埋設してあり、隣合う永久磁石2bにより発生される磁束の短絡を防止するために、永久磁石2bの端部から回転子鉄心2a外端近傍まで半径方向に延びる磁束短絡防止用の空隙2cを形成してある。そして、上記永久磁石2bは、回転子2の半径方向と直角な方向の端部が凸曲面に形成されている（図2参照）。尚、空隙2cの外方に残存する部分が磁束短絡部2dである。

【0014】尚、上記永久磁石2bとしてはフェライト磁石を用いることが可能であるが、希土類磁石を用いることが好ましい。そして、永久磁石2bはエポキシ系等の接着剤を介在させた状態で回転子鉄心2aの該当する穴に挿入されている。上記の構成のブラシレスDCモータであれば、永久磁石2bの端部を凸曲面に形成しているので、永久磁石2bの端部における応力集中を凸曲面のほぼ全範囲に分散させることができ、何ら他の補強方法を採用しなくても高速回転を達成でき、高速回転時における永久磁石2bの剥離、破損を確実に防止できる。

【0015】次いで、上記の構成の回転子2の製造作業について説明する。例えば、ケイ素鋼板を永久磁石に対してすきま嵌め寸法に打抜き、またはワイヤーカット加工を行なって単位ケイ素鋼板を得る（図5参照）。以上のようにして得られた複数枚の単位ケイ素鋼板を積層して回転子2の軸に圧入する。そして、積層されたケイ素鋼板の磁石挿入部に対してエポキシ系接着剤を介在させた状態で永久磁石2bを挿入し、接着剤により固定することにより埋込磁石構造の回転子2を得る。尚、上記エポキシ系接着剤としては、外径が60mm程度の回転子の

場合に、接着力が $1 \sim 2 \text{ Kd/mm}^2$ 以上のものを用いることが好ましい。

【0016】以上の説明から明らかなように、ケイ素鋼板に形成すべき開口としては永久磁石2bを挿入する部分および空隙2cのみでよいから、ボルト締め用の開口を形成する場合と比較してケイ素鋼板に対する加工を簡素化でき、ボルトを挿通してナット締めを行なう場合と比較して補強作業を簡素化できる。そして、簡素化された上記作業を遂行するだけで、従来の回転子よりも局所的な応力集中を大幅に低減でき、回転子2の機械的強度を大幅に向上できる。

【0017】

【実施例2】図6はこの発明のブラシレスDCモータの他の実施例における回転子を示す縦断面図、図7は永久磁石の形状を示す斜視図であり、上記実施例と異なる点は、永久磁石2bを全範囲にわたって湾曲させた点のみである。さらに詳細に説明すると、永久磁石2bは回転子2の軸と平行な中央部を基準として所定の曲率で湾曲されており、しかも、中央部が回転子2の軸と正対するように位置決めされているとともに、中央部が軸寄りになるように向きが設定されている。

【0018】したがって、直方体状の永久磁石を埋込んだ場合に大きな応力集中が生じやすい永久磁石の端部所定範囲が回転子2の外周に近づき、高速回転時における応力集中を永久磁石2bの端部の凸曲面および全体的な湾曲部に分散させることができるので、高速回転時における永久磁石2bの剥離、破損を防止でき、ひいては回転子2全体としての機械的強度を大幅に向上できる。

【0019】

【発明の効果】以上のように請求項1の発明は、永久磁石の端部の形状を変更するだけで、従来の回転子において著しく大きな応力集中が発生していた箇所における応力集中を大幅に低減でき、回転子の機械的強度の大幅な向上を達成できるとともに、製造作業についても、余分な穴あけ等の作業が不要であるから、作業の複雑化を大幅に抑制できるという特有の効果を奏する。

【0020】請求項2の発明は、永久磁石全体としての形状をも変更しているので、応力集中を一層大幅に低減でき、回転子の機械的強度の大幅な向上を達成できるとともに、製造作業についても、余分な穴あけ等の作業が不要であるから、作業の複雑化を大幅に抑制できるという特有の効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】この発明のブラシレスDCモータの一実施例における回転子の構成を示す縦断面図である。

【0022】

【図2】永久磁石の形状を示す斜視図である。

【0023】

【図3】この発明のブラシレスDCモータの一実施例に

における回転子を示す斜視図である。

【0024】

【図4】この発明のブラシレスDCモータの一実施例を概略的に示す縦断面図である。

【0025】

【図5】単位ケイ素鋼板を示す平面図である。

【0026】

【図6】この発明のブラシレスDCモータの他の実施例における回転子の構成を示す縦断面図である。

\*【0027】

【図7】永久磁石の形状を示す斜視図である。

【0028】

【図8】埋込磁石構造の回転子の一例を示す概略図である。

【0029】

【符号の説明】

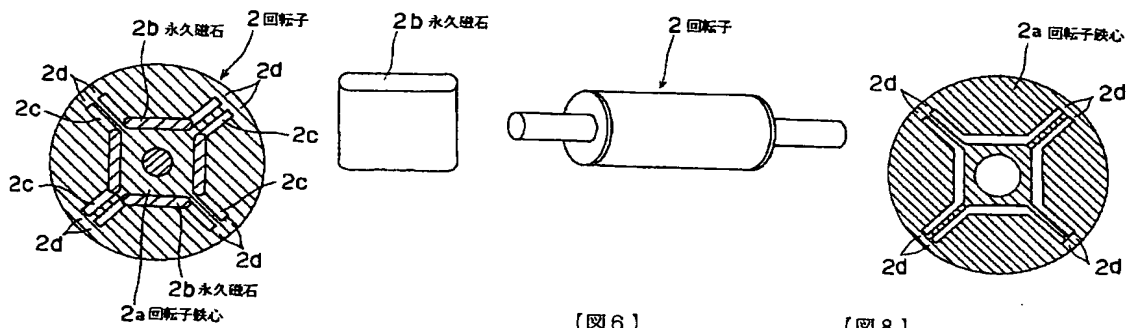
1 電機子 2 回転子 2a 回転子鉄心 2b 永久磁石

【図1】

【図2】

【図3】

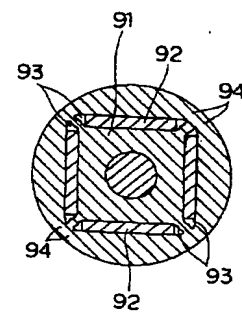
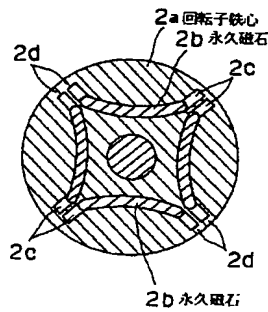
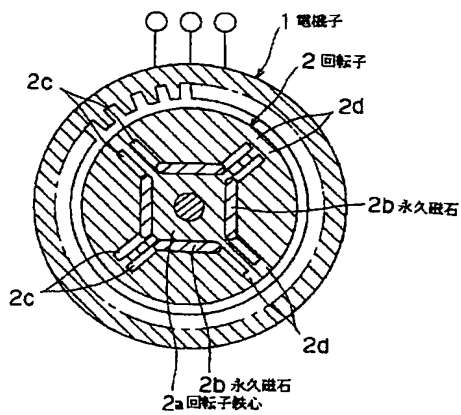
【図5】



【図6】

【図8】

【図4】



【図7】

